

# BUNDESREPUBLIK DEUTSCHLAND



## Prioritätsbescheinigung über die Einreichung einer Patentanmeldung

**Aktenzeichen:** 102 54 296.1

**Anmeldetag:** 21. November 2002

**Anmelder/Inhaber:** ROBERT BOSCH GMBH, Stuttgart/DE

**Bezeichnung:** Verfahren und Vorrichtung zur Ermittlung des Offsetwertes eines Längsbeschleunigungssensors

**IPC:** G 01 P, G 01 B

Die angehefteten Stücke sind eine richtige und genaue Wiedergabe der ursprünglichen Unterlagen dieser Patentanmeldung.

München, den 26. Mai 2003  
Deutsches Patent- und Markenamt  
Der Präsident  
Im Auftrag

Hiebinger

9.10.02 Ms

ROBERT BOSCH GMBH, 70442 Stuttgart

5      Verfahren und Vorrichtung zur Ermittlung des Offsetwertes eines Längsbeschleunigungssensors

Stand der Technik

10      Die Erfindung betrifft ein Verfahren und eine Vorrichtung zur Ermittlung des Offsetwertes eines Längsbeschleunigungssensors.

15      Aus der DE 100 41 444 A1 sind ein Verfahren und eine Vorrichtung zur Steuerung von Radbremsen eines Fahrzeugs bekannt. Dabei werden in wenigstens einem Betriebszustand Bremskraft an wenigstens einem Rad des Fahrzeugs unabhängig vom Maß der Pedalbetätigung gehalten und/oder aufgebaut. Ein solcher Betriebszustand liegt dabei dann vor, wenn die Fahrbahnsteigung in Richtung der zukünftigen Fahrtrichtung des Fahrzeugs zeigt und/oder wenn die Feststellbremse betätigt ist. Diese Funktionalität ist auch unter dem Begriff des „Hillholders“ bekannt und beinhaltet einen Neigungssensor, aus  
20      welchem die Steigung der Fahrbahn und deren Richtung abgeleitet wird. Maßnahmen zur Überwachung des Neigungssensors und insbesondere der Bestimmung von dessen Offsetwert sind der DE 100 41 444 A1 nicht zu entnehmen.

25      Vorteile der Erfindung

30      Die Erfindung betrifft ein Verfahren zur Ermittlung des Offsetwertes eines in einem Fahrzeug einbaubaren Längsbeschleunigungssensors, bei dem

- im Fahrzeugstillstand bei betätigter Bremse aus dem Ausgangssignal des Längsbeschleunigungssensors eine erste die Fahrbahnneigung repräsentierende Neigungsgröße ermittelt wird,
- nach einem auf den Fahrzeugstillstand folgenden Lösen der Bremse aus dem Ausgangssignal des Längsbeschleunigungssensors eine zweite die Fahrbahnneigung sowie die Fahrzeugbeschleunigung repräsentierende Neigungsgröße ermittelt wird und

- abhängig von beiden Neigungsgrößen der Offsetwert des Längsbeschleunigungssensors ermittelt wird.

Der Vorteil der Erfindung besteht darin, dass die Ermittlung des Offsetwertes im wesentlichen auf den Ausgangssignalen des Längsbeschleunigungssensors beruht. D.h. die Überwachung des Sensors beruht im wesentlichen auf dessen eigenen Signalen und es müssen keine weiteren Signale möglicherweise redundanter Sensoren bereitgestellt werden. Dadurch ist die Erfindung sehr einfach und kostengünstig zu realisieren.

Beim Offsetwert des Neigungssensors bzw. Längsbeschleunigungssensors handelt es sich um denjenigen Wert des Sensors, welcher durch dessen Ausgangssignal repräsentiert wird, wenn sich das Fahrzeug (und damit der Sensor) in einer horizontalen Position (ebene Fahrbahn) sowie in einem beschleunigungslosen Zustand befinden. Idealerweise ist dieser Wert identisch mit Null, da weder eine Längsneigung der Fahrbahn noch eine Beschleunigung vorhanden sind. Infolge von Bauteiletoleranzen und weiteren Einflüssen ist dieser Wert jedoch von Null verschieden. Diese Verschiebung gegenüber Null wird als Offsetwert bezeichnet. Die Begriffe „Neigungssensor“ und „Längsbeschleunigungssensor“ werden in der vorliegenden Beschreibung und in den Ansprüchen synonym verwendet, d.h. es handelt sich um denselben Sensor, welcher sowohl eine Längsbeschleunigung als auch eine Längsneigung der Fahrbahn detektiert. Dies hängt damit zusammen, dass im Beschleunigungsfall die Trägheitskraft auf den Sensor wirkt und im Falle einer geneigten Fahrbahn eine Komponente der Erdanziehungskraft auf den Sensor wirkt, welche nicht unterschieden werden können. Im Falle einer beschleunigten Bewegung auf einer geneigten Fahrbahn repräsentiert das Ausgangssignal des Neigungssensors dann die Summe aus Trägheitskraft sowie der (infolge der geneigten Fahrbahn) Tangentialkomponente der Gravitationskraft.

Eine vorteilhafte Ausgestaltung ist dadurch gekennzeichnet, dass abhängig von der ersten und zweiten Neigungsgröße entschieden wird, ob der Offsetwert ermittelt wird. Dadurch wird lediglich anhand der Ausgangssignale des Längsbeschleunigungssensors festgestellt, ob eine Ermittlung des Offsetwertes möglich ist oder nicht.

Eine vorteilhafte Ausführungsform ist dadurch gekennzeichnet, dass dann der Offsetwert ermittelt wird, wenn der Betrag der Differenz zwischen der ersten Neigungsgröße und der zweiten Neigungsgröße einen vorgebbaren Grenzwert unterschreitet.

Eine weitere vorteilhafte Ausgestaltung ist dadurch gekennzeichnet, dass die erste Neigungsgröße als Offsetwert verwendet wird. Dadurch wird lediglich auf die gespeicherte erste Neigungsgröße zurückgegriffen, d.h. die Ermittlung des Offsetwertes ist äußerst einfach.

5

Eine vorteilhafte Ausgestaltung ist dadurch gekennzeichnet, dass die zweite Neigungsgröße während eines Anrollvorgangs des Fahrzeugs ermittelt wird, wobei seit dem Stillstand des Fahrzeugs keine bremsbedingten Verzögerungsvorgänge und keine motorbedingten Beschleunigungsvorgänge stattgefunden haben.

10

Die erfindungsgemäße Vorrichtung zur Ermittlung des Offsetwertes eines in einem Fahrzeug einbaubaren Längsbeschleunigungssensors enthält Neigungserkennungsmittel, welche

15

- im Fahrzeugstillstand bei betätigter Bremse aus dem Ausgangssignal des Längsbeschleunigungssensors eine erste die Fahrbahnneigung repräsentierende Neigungsgröße ermitteln und
- nach einem auf den Fahrzeugstillstand folgenden Lösen der Bremse aus dem Ausgangssignal des Längsbeschleunigungssensors eine zweite die Fahrbahnneigung sowie die Fahrzeugbeschleunigung repräsentierende Neigungsgröße ermitteln.

20

Die Vorrichtung enthält außerdem Offsetwertermittlungsmittel, in denen

- abhängig von beiden Neigungsgrößen der Offsetwert des Längsbeschleunigungssensors ermittelt wird.

25

Die vorteilhaften Ausgestaltungen des erfindungsgemäßen Verfahrens äußern sich selbstverständlich auch als vorteilhafte Ausgestaltungen der erfindungsgemäßen Vorrichtung und umgekehrt.

Zeichnung

30

Die Zeichnung besteht aus den Figuren 1 bis 3.

Fig. 1 zeigt zwei Messkurven der Ausgangssignale des Längsbeschleunigungssensors.

Fig. 2 zeigt in einem Ausführungsbeispiel den Ablauf des erfindungsgemäßen Verfahrens.

Fig. 3 zeigt in einem Ausführungsbeispiel den Aufbau des erfindungsgemäßen Vorrichtung.

#### Ausführungsbeispiele

In Kraftfahrzeugen werden Längsbeschleunigungssensoren bzw. Neigungssensoren beispielsweise zur Ermittlung der Längsneigung der Fahrbahn eingesetzt. Befindet sich das Fahrzeug auf einer in Fahrzeuginnenrichtung um den Winkel  $\alpha$  geneigten Fahrbahn, dann wirkt in die Fahrzeuginnenrichtung die Komponente  $g \cdot \sin \alpha$  der Erdbeschleunigung  $g$ . Diese Komponente wird von einem im Fahrzeug befindlichen Längsbeschleunigungssensor erfasst und aus dessen Ausgangssignal kann deshalb auf den Neigungswinkel  $\alpha$  der Fahrbahn geschlossen werden.

Das Ausgangssignal des Längsbeschleunigungssensors weist jedoch häufig eine Offset-Toleranz aus. Das bedeutet, dass auf einer ebenen Fahrbahn ( $\alpha = 0$ ) für ein ruhendes Fahrzeug fälschlicherweise eine von Null verschiedene Komponente  $g \cdot \sin \alpha$  ermittelt wird. Diese Toleranz (d.h. dieser Offsetwert des Längsbeschleunigungssignals) kann beispielsweise durch die Alterung des Sensors oder durch Temperatureffekte hervorgerufen sein.

Durch die vorliegende Erfindung wird auf einfache Weise eine Bestimmung des Offsetwertes eines Längsbeschleunigungssensors ermöglicht. Dazu wird über Fahrzeugsignale ermittelt, ob sich das Fahrzeug auf einer (in Fahrzeuginnenrichtung) ebenen bzw. annähernd ebenen Fahrbahn befindet.

Durch den Sensorabgleich (d.h. die Bestimmung des Offsetwertes und die dadurch mögliche Korrektur seines Ausgangssignals) ist es möglich, einen Sensor zu verwenden, der durch eine höhere zulässige Toleranz kostengünstiger hergestellt werden kann.

Auch eine nicht nur durch eine geneigte Fahrbahn, sondern auch durch die Fahrzeugbeladung hervorgerufene Fahrzeugneigung wird bei der Erfindung berücksichtigt.

Die Ermittlung des Offsetwertes erfolgt in den folgenden Schritten:

5

Ausgangszustand:

Das Fahrzeug befindet sich auf einer in Fahrzeuginnenrichtung geneigten Fahrbahn im Stillstand und wenigstens eine Bremse (z.B. Feststellbremse) ist aktiviert. Abhängig von der Längsneigung der Fahrbahn wirkt auf das Fahrzeug in Fahrzeuginnenrichtung eine Hangabtriebskraft. Diese führt zu keiner Fahrzeugbewegung, da sie durch die Bremskraft kompensiert wird.

10

Schritt 1:

Im Ausgangszustand des Fahrzeugs wird das Ausgangssignal des Längsbeschleunigungssensors ausgewertet. Die diesem Signal entsprechende Steigung  $a_1$  wird gespeichert. Ist das Ausgangssignal mit einem Offsetwert behaftet, dann repräsentiert  $a_1$  nicht die reale physikalische Steigung der Fahrbahn, sondern die Summe aus Offsetwert + Steigung der Fahrbahn.

15

20

Schritt 2:

Die Bremse des Fahrzeugs wird gelöst. Das Fahrpedal wird jedoch nicht betätigt, d.h. es wirkt keine vom Motor aufgebrachte antreibende Kraft auf das Fahrzeug. Die Hangabtriebskraft wird nicht mehr durch die Bremskraft kompensiert. Nun können durch Auswertung des Ausgangssignals des Längsbeschleunigungssensors zwei Fälle unterschieden werden.

25

Fall 1: Das Fahrzeug setzt sich nicht in Bewegung, d.h. es tritt keine Änderung des Längsbeschleunigungssignals auf → Die Fahrbahn wird als eben detektiert.

30

Fall 2: Das Fahrzeug setzt sich in Bewegung, d.h. es tritt eine Änderung des Längsbeschleunigungssignals auf → Die Fahrbahn wird als in Fahrzeuginnenrichtung geneigt detektiert.

Schritt 3:

Für den Fall, dass eine ebene Fahrbahn detektiert wird (Ausgangssignal des Längsbeschleunigungssensors ändert sich nicht), kann der Offsetwert des Sensors bestimmt werden. Da eine ebene Fahrbahn vorliegt, muss das Ausgangssignal des Sensors einer Neigung von 0 Grad entsprechen. Weist das Ausgangssignal jedoch nicht auf eine Neigung von 0 Grad hin, sondern auf eine Neigung von beispielsweise  $1^0$  hin, dann verfügt der Sensor über einen Offsetwert von  $1^0$ . Künftige gemessene Neigungswerte müssen um diesen Wert korrigiert werden.

In Fig. 1 sind zwei gemessene zeitliche Verläufe des Ausgangssignals des Längsbeschleunigungssensors dargestellt. Entlang der Abszisse ist die Zeit  $t$  in Sekunden aufgetragen, in Ordinateurichtung ist die dem Ausgangssignal des Längsbeschleunigungssensors entsprechende Längsneigung der Fahrbahn aufgetragen.

Die obere der beiden Kurven (mit 100 bezeichnet) stellt den Signalverlauf bei einer annähernd ebenen Steigung dar. Zum Zeitpunkt 101 (durch die senkrechte Linie markiert) wird die Bremse gelöst, das Ausgangssignal des Längsbeschleunigungssensors ändert sich nur unwesentlich um den Wert  $\Delta a_1$ . D.h. das Fahrzeug befindet sich auf einer ebenen oder annähernd ebenen Fahrbahn. Deshalb kann in diesem Fall ein Abgleich des Längsbeschleunigungssensors stattfinden. Die untere Kurve 102 stellt den Signalverlauf bei einer Steigung von ungefähr 5% dar. Zum Zeitpunkt 103 wird die Bremse gelöst, das Ausgangssignal ändert sich wesentlich um den Wert  $\Delta a_2$ . Deshalb wird in diesem Fall kein Abgleich des Längsbeschleunigungssensors durchgeführt.

Der Betrag der Größe  $\Delta a$  (in Fig. 1 nimmt  $\Delta a$  die Werte  $\Delta a_1$  und  $\Delta a_2$  an), bei dessen Überschreiten kein Abgleich (d.h. keine Ermittlung des Offsetwertes) mehr stattfindet, kann selbstverständlich beliebig gewählt werden.

Wird dieser Grenzwert relativ groß gewählt, dann wird der Offsetwert zwar sehr häufig, dafür aber mit nur geringer Genauigkeit, ermittelt. Wird dieser Grenzwert sehr klein gewählt, dann wird der Offsetwert zwar nur selten, dafür aber mit größerer Genauigkeit, ermittelt.

Der Ablauf einer Ausführungsform des erfindungsgemäßen Verfahrens ist in Fig. 2 dargestellt. Nach dem Start in Block 200 wird in Block 201 abgefragt, ob das Fahrzeug sich im Stillstand befindet, d.h.  $v = 0$  erfüllt ist, und ob wenigstens eine Fahrzeugbremse betätigt ist.  $v$  ist die Längsgeschwindigkeit des Fahrzeugs. Lautet die Antwort „Nein“ (in Fig. 2 stets als „n“ gekennzeichnet), dann wird zu Block 200 zurückverzweigt. Lautet die Antwort „Ja“ (d.h. es liegt Stillstand vor, in Fig. 2 stets als „y“ gekennzeichnet), dann wird in Block 202 das Ausgangssignal des Längsbeschleunigungssensors ausgewertet, dies ergibt die erste Neigungsgröße  $a_1$ . Anschließend wird in Block 203 überprüft, ob die Bremse gelöst wurde. Lautet die Antwort „n“, dann wird zum Eingang von Block 203 zurückverzweigt. Lautet die Antwort „y“, dann wird nach Ablauf eines vorgegebenen Zeitintervall seit dem Lösen der Bremse in Block 204 eine zweite Neigungsgröße  $a_2$  ermittelt. Anschließend an Block 204 wird in Block 205 festgestellt, ob eine Ermittlung des Offsetwertes des Längsbeschleunigungssensors möglich ist. Dazu wird abgefragt, ob der Betrag der Differenz von  $a_1$  und  $a_2$  einen vorgegebenen Schwellenwert  $\epsilon$  unterschreitet.

Die Abfrage lautet:

$$|a_2 - a_1| < \epsilon ?$$

Ist diese Abfrage nicht erfüllt (d.h. der Betrag der Differenz ist zu groß), dann wird zum Anfang des Verfahrens in Block 200 zurückverzweigt, denn der Anrollvorgang eignet sich nicht zur Ermittlung des Offsetwertes. Ist die Abfrage in Block 205 jedoch erfüllt, dann kann in Block 206 der Offsetwert  $a_{\text{offset}}$  des Längsbeschleunigungssensors ermittelt:  $a_{\text{offset}} = a_1$ .

Die erste ermittelte Neigungsgröße stellt den Offsetwert dar. Das ist auch anschaulich völlig klar verständlich, denn

- das Fahrzeug rollt nach dem Lösen der Bremse nicht oder kaum weg  
(da  $|a_2 - a_1| < \epsilon$ )
- deshalb befand sich das Fahrzeug auf einer ebenen oder nahezu ebenen Fahrbahn. Der Neigungswinkel der ebenen Fahrbahn ist Null (oder annähernd Null). Deshalb muss die Neigungsgröße  $a_1$  ebenfalls Null sein.
- Wurde jedoch eine Neigungsgröße  $a_1$  ermittelt, welcher von Null verschieden ist, dann kann diese nicht korrekt sein, d.h. bei der Neigungsgröße handelt es sich um den Offsetwert.

Anschließend endet in Block 207 des Verfahrens.

Die erfindungsgemäße Vorrichtung ist in Fig.3 dargestellt. Dabei stellt Block 300 den Längsbeschleunigungssensor dar, welcher seine Ausgangssignale an Neigungserkennungsmittel 301 liefert. Block 302 liefert Informationen über den Zustand der Bremsen an die Neigungserkennungsmittel 301. Dazu beinhaltet Block 302 beispielsweise das  
5 Bremssteuergerät oder ein Detektionsmittel, welche den Zustand der Feststellbremse anzeigen. Die Ausgangssignale von Block 301 werden an die Offsetwertermittlungsmittel 303 gesandt, in welchen der Offsetwert des Längsbeschleunigungssensors ermittelt wird. Die Ausgangssignale von Block 303 werden beispielsweise an das Bremsensteuergerät 304 weitergereicht. Dieses enthält beispielsweise die Hillholder-Funktionalität. Das  
10 Bremsensteuergerät 304 wiederum steuert Bremsaktuatoren 305 an.

## Ansprüche

1. Verfahren zur Ermittlung des Offsetwertes eines in einem Fahrzeug einbaubaren Längsbeschleunigungssensors, bei dem

- 5
- im Fahrzeugstillstand bei betätigter Bremse aus dem Ausgangssignal des Längsbeschleunigungssensors eine erste die Fahrbahnneigung repräsentierende Neigungsgröße (a1) ermittelt wird,
  - nach einem auf den Fahrzeugstillstand folgenden Lösen der Bremse aus dem Ausgangssignal des Längsbeschleunigungssensors eine zweite die Fahrbahnneigung sowie die Fahrzeugbeschleunigung repräsentierende Neigungsgröße (a2) ermittelt wird
- 10
- und
- abhängig von beiden Neigungsgrößen der Offsetwert (aoffset) des Längsbeschleunigungssensors ermittelt wird.

15

2. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass abhängig von der ersten und zweiten Neigungsgröße entschieden wird, ob der Offsetwert (aoffset) ermittelt wird.

3. Verfahren nach Anspruch 2, dadurch gekennzeichnet, dass dann der Offsetwert ermittelt wird, wenn der Betrag der Differenz zwischen der ersten Neigungsgröße (a1) und der

20

zweiten Neigungsgröße (a2) einen vorgebbaren Grenzwert ( $\epsilon$ ) unterschreitet.

4. Verfahren nach Anspruch 2, dadurch gekennzeichnet, dass die erste Neigungsgröße (a1) als Offsetwert (aoffset) verwendet wird

25

5. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass die zweite Neigungsgröße (a2) während eines Anrollvorgangs des Fahrzeugs ermittelt wird, wobei seit dem Stillstand des Fahrzeugs keine bremsbedingten Verzögerungsvorgänge und keine motorbedingten Beschleunigungsvorgänge stattgefunden haben.

30

6. Vorrichtung zur Ermittlung des Offsetwertes eines in einem Fahrzeug einbaubaren Längsbeschleunigungssensors (300), welche Neigungserkennungsmittel (301) enthält, welche

- im Fahrzeugstillstand bei betätigter Bremse aus dem Ausgangssignal des Längsbeschleunigungssensors eine erste die Fahrbahnneigung repräsentierende Neigungsgröße ( $a_1$ ) ermitteln und
- nach einem auf den Fahrzeugstillstand folgenden Lösen der Bremse aus dem Ausgangssignal des Längsbeschleunigungssensors eine zweite die Fahrbahnneigung sowie die Fahrzeugbeschleunigung repräsentierende Neigungsgröße ( $a_2$ ) ermitteln, welche außerdem Offsetwertermittlungsmittel (303) enthält, in denen
- abhängig von beiden Neigungsgrößen der Offsetwert des Längsbeschleunigungssensors ermittelt wird.

10

7. Vorrichtung nach Anspruch 6, dadurch gekennzeichnet, dass die Offsetwertermittlungsmittel (303) so ausgebildet sind, dass abhängig von der ersten und zweiten Neigungsgröße entschieden wird, ob der Offsetwert ( $a_{offset}$ ) ermittelt wird.

15

8. Vorrichtung nach Anspruch 6, dadurch gekennzeichnet, dass die Offsetwertermittlungsmittel (303) so ausgebildet sind, dass dann der Offsetwert ermittelt wird, wenn der Betrag der Differenz zwischen der ersten Neigungsgröße und der zweiten Neigungsgröße einen vorgebbaren Grenzwert ( $\epsilon$ ) unterschreitet.

20

9. Vorrichtung nach Anspruch 6, dadurch gekennzeichnet, dass die Offsetwertermittlungsmittel so ausgebildet sind, dass die erste Neigungsgröße ( $a_1$ ) als Offsetwert ( $a_{offset}$ ) verwendet wird

25

10. Vorrichtung nach Anspruch 6, dadurch gekennzeichnet, dass die zweite Neigungsgröße ( $a_2$ ) während eines Anrollvorgangs des Fahrzeugs ermittelt wird, wobei seit dem Stillstand des Fahrzeugs keine bremsbedingten Verzögerungsvorgänge und keine motorbedingten Beschleunigungsvorgänge stattgefunden haben.

30

9.10.02 Ms

ROBERT BOSCH GMBH, 70442 Stuttgart

5

## Zusammenfassung

### Verfahren und Vorrichtung zur Ermittlung des Offsetwertes eines Längsbeschleunigungssensors

10

Die Erfindung betrifft ein Verfahren zur Ermittlung des Offsetwertes eines Längsbeschleunigungssensors, bei dem

15

- im Fahrzeugstillstand bei betätigter Bremse aus dem Ausgangssignal des Längsbeschleunigungssensors eine erste die Fahrbahnneigung repräsentierende Neigungsgröße ermittelt wird,
- nach einem auf den Fahrzeugstillstand folgenden Lösen der Bremse aus dem Ausgangssignal des Längsbeschleunigungssensors eine zweite die Fahrbahnneigung sowie die Fahrzeugbeschleunigung repräsentierende Neigungsgröße ermittelt wird und
- abhängig von beiden Neigungsgrößen der Offsetwert des Längsbeschleunigungssensors ermittelt wird.

20

Weiter umfasst die Erfindung die dazugehörige Vorrichtung.

(Fig. 1)

1 / 2

Fig. 1

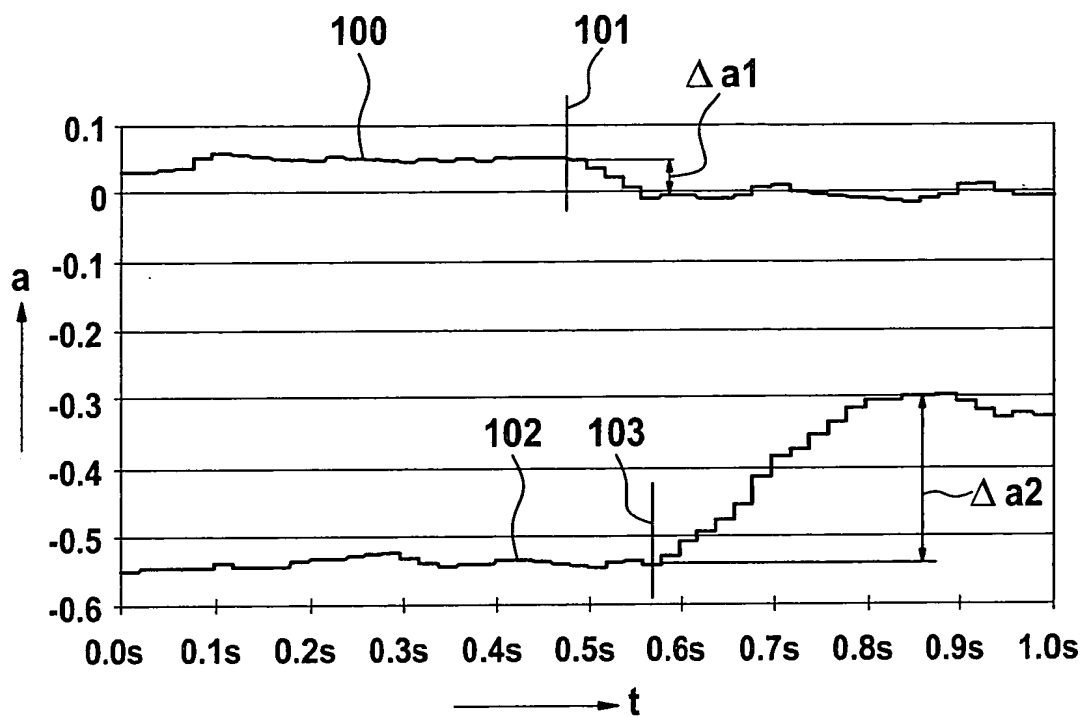
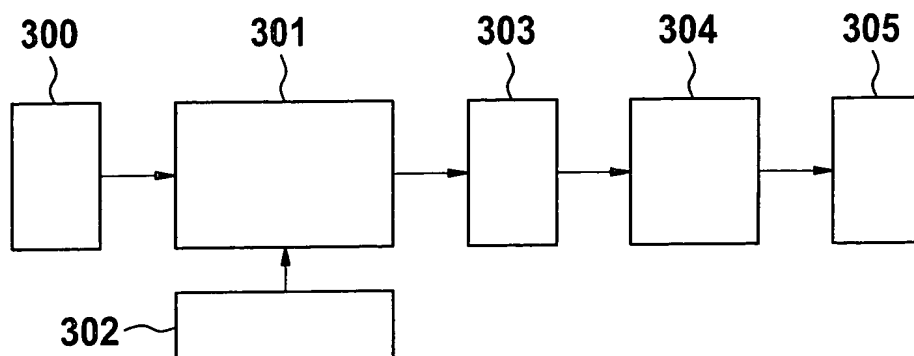


Fig. 3



2 / 2

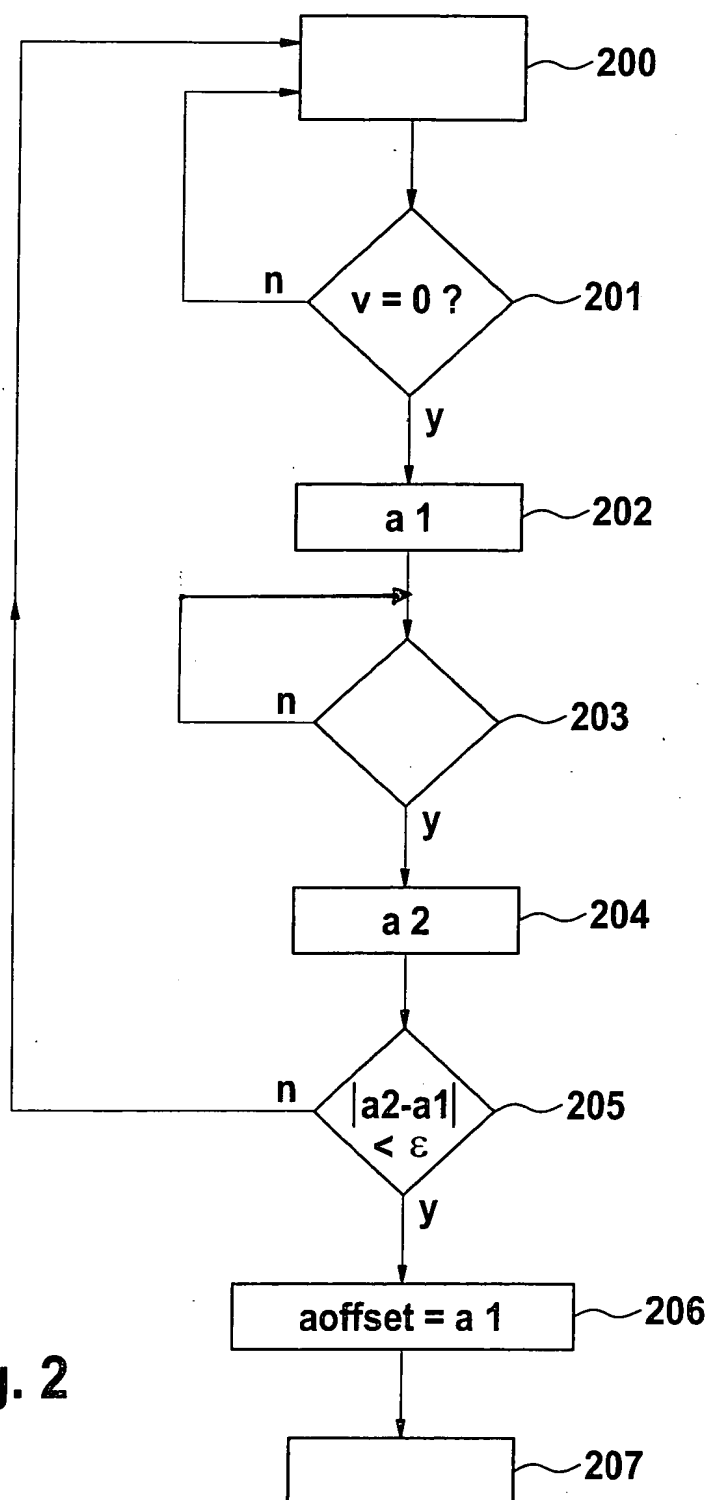


Fig. 2